

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní

**Katedra mechanické technologie**



**Zefektivnění výrobního procesu**  
**Improving of Production Process**

Student:  
Vedoucí bakalářské práce:

Zuzana Kynclová  
doc. Ing. Josef Novák, CSc.

**Ostrava 2010**

## Zadání bakalářské práce

Student: **Zuzana Kynclová**  
Studijní program: **B2341 Strojírenství**  
Studijní obor: **2303R002 Strojírenská technologie**  
Specializace: **70 Strojírenská technologie**  
Téma: **Zefektivnění výrobního procesu  
Improving of Production Process**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu.
2. Posouzení současného stavu.
3. Návrhy řešení.
4. Výběr vhodného řešení.
5. Hodnocení navrženého řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

*Organizace a řízení* [online]. Ostrava (Česká republika): FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2008–. [cit. 2008-12-14].

URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>

NOVÁK, Josef. *Datová základna pro údržbu, montáže a další pomocné a obslužné práce: soubor základních technologických postupů*. Ostrava 2004, 266 s.

*Ekonomika a řízení provozů* [online]. Ostrava (Česká republika): FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2008–. [cit. 2008-12-14].

URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/ekonomika-a-rizeni-provozu.pdf>

TOMEK, Gustav. VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby*. Grada Publishing, 1999. 439 s. ISBN 80-7169-578-5

KOŠTURIÁK, Ján. a kol. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*. Žilina: EDIS 2000, 397 s. ISBN 80-7100-553-3

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010



---

prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry

---

prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 21. 5. 2010

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature appears to be 'Luciana Kynčlová' written in a cursive script. Below the signature is a dotted line.

podpis studenta

### **Prohlašuji, že**

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB -TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 21. 5. 2010



podpis

Jméno a příjmení autora práce: Zuzana Kynclová

Adresa trvalého pobytu autora práce: Na Příkopech 851/4, Mohelnice, 789 85

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

KYNCLOVÁ, Z. *Zefektivnění výrobního procesu: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2010, 35 s. Vedoucí práce: Novák, J.

Bakalářská práce se zabývá zefektivněním výrobního procesu při výrobě elektromotoru vyráběný firmou SIEMENS Elektromotory s.r.o. – závod Mohelnice. Jedná se o změnu materiálového toku výroby za účelem snížení mezioperačních zásob a snížení ekonomických nákladů na výrobu mezi dvěma pracovišti, paktování a izolování satorových svazků. Na základě analýzy současného stavu jsou navrženy možné efektivnější řešení. Nejvhodnější variantou je spojení pracoviště svazkování a izolování na jedno pracoviště, kdy tato pracoviště obsluhuje pouze jeden pracovník. Po realizaci projektu bylo dosaženo zefektivnění výrobního procesu snížením mezioperačních zásob a úsporou ve mzdě zaměstnance.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

KYNCLOVÁ, Z. *Improving of Production Process: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2010, 35 p. Thesis head: Novák, J.

Bachelor thesis deals with improving of production process of an electric motor produced by company SIEMENS Elektromotory s.r.o. – based in Mohelnice. It consists of a change of production material flow in order to decrease buffering stock and economic costs for production between two workplaces, stacking and insulating of stator stacks. Based on current state analysis there are suggested possible solutions for higher efficiency. The most suitable alternative is a combination of workplaces of stacking and insulation to one workplace, when only one worker operates these workplaces. After the successful project realization, the improving of production process was reached by decreasing of buffering stock and cost saving of an employee salary.

## Obsah

Seznam použitých symbolů a označení .....	8
1. Úvod.....	9
2. Charakteristika firmy Siemens Elektromotory s.r.o. ....	10
3. Základní pojmy organizace a řízení.....	16
4. Analýza stávajícího toku výroby statorových svazků .....	19
4.1. Paketování statorových svazků.....	19
4.1.1. Výroba statorových plechů.....	20
4.1.2. Pracovní postup rovnání a vážení statorových svazků.....	20
4.1.3. Výroba statorových svazků .....	22
4.2. Vkládání drážkové izolace.....	24
4.2.1. Technologický postup vkládání drážkové izolace.....	25
5. Posouzení současného stavu.....	26
5.1. Materiálový tok výroby statorových svazků.....	26
5.2. Rozmístění pracovišť.....	27
6. Zefektivnění toku výroby statorových svazků .....	29
6.1. Navrhovaná řešení toku výroby statorových svazků.....	30
7. Analýza navrženého toku výroby statorových svazků.....	31
7.1. Svazkování a izolování statorových svazků.....	31
7.2. Materiálový tok výroby statorových svazků.....	32
7.3. Rozmístění pracovišť navrhovaného řešení .....	32
8. Náklady podnikové činnosti .....	34
9. Hodnocení navrženého řešení.....	37
10. Závěr .....	42
11. Použitá literatura .....	44

## Seznam použitých symbolů a označení

<u>Značka</u>	<u>Název veličiny</u>	<u>Jednotka</u>
AH	osová výška elektromotoru	[m]
I DT LD	divize pohonů elektromotorů	[-]
MEZ	státní podnik	[-]
P	výkon	[W]
PS	paketovací (svazkový) stroj	[-]
SAP R/3	softwarový produkt společnosti SAP	[-]
VDI	výrobní zařízení - vkládačka drážkové izolace	[-]
n.p.	národní podnik	[-]
s.r.o.	společnost s ručením omezeným	[-]
$t_J$	jednicový čas	[s]
$t_S$	čas směny	[s]
2p	polarita motoru (2 pól)	[-]



## 1. Úvod

Předmětem této bakalářské práce je projekt na spojení dvou technologických operací týkající se výroby elektromotoru. Elektromotor je vyráběný ve firmě SIEMENS Elektromotory s.r.o. – závod Mohelnice. Zmiňovanými operacemi jsou paktování satorového svazku a drážkové izolování. Jedná se vlastně o změnu materiálového toku výroby za účelem snížení mezioperačních zásob a snížení ekonomických nákladů na výrobu.

V úvodu bakalářské práce bude uveden stručný popis závodu v Mohelnici s uvedením historie závodu, základních údajů o elektromotoru a seznámení s tokem výroby v závodě. V následujících kapitolách bude krátce zmíněn popis základních poznatků z teorie organizace a řízení, dále pak bude uveden postup stávající výroby satorového svazku s popisem a rozmístěním jednotlivých pracovišť. V další kapitole budou naznačeny eventuelní varianty zefektivnění a bude vybrána nejvhodnější varianta materiálového toku výroby satorových svazků.

Realizace projektu bude poté otestována na vybrané osově výšce elektromotoru. Po zkušebním provozu bude porovnán stávající materiálový tok s nově navrženým.

Stávající způsob plánování firmy vycházel z principu maximálního využití všech výrobních zařízení. Ještě před začátkem projektu bylo nahrazeno zastaralé výrobní zařízení nově automatizovaným strojem na svazkování satorových plechů. Právě díky novému automatizovanému zařízení docházelo k nevyužití pracovní síly na tomto pracovišti, což vedlo k novému toku výroby. To by mělo vést k zefektivnění výrobního procesu.

## 2. Charakteristika firmy Siemens Elektromotory s.r.o.

### Představení společnosti SIEMENS Elektromotory

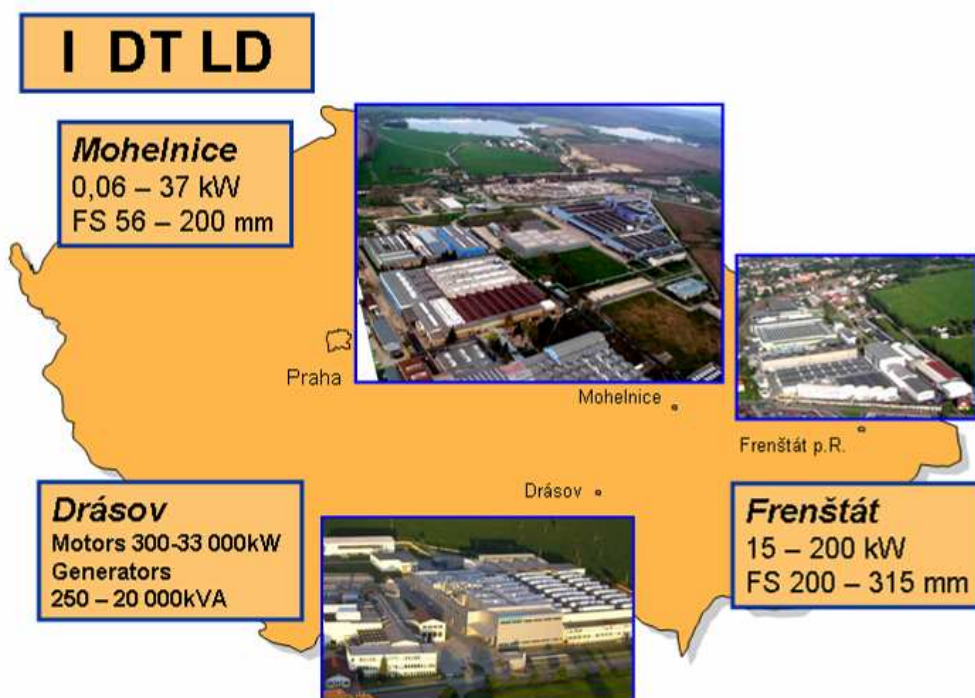
Společnost SIEMENS Elektromotory s.r.o. se řadí k hlavním dodavatelům nízkonapěťových asynchronních elektromotorů na světě. Tato společnost se začleňuje do divize pohonů – I DT LD (Industry – Drives Technology – Large Drives). V ČR se nacházejí tři závody z této divize, v Mohelnici, ve Frenštátě pod Radhoštěm a v Drásově. Zahraničními závody podílejícími se na výrobě elektromotorů z divize LD jsou např. závody Norimberk, Bad Neustadt (Německo), Guadalajara (Mexiko), Bogota (Kolumbie), Tianjin, Yizheng (Čína) a Karachi (Pákistán) (obr.1).



Obr.1 Závody SIEMENS z divize LD [7]

Závod v Mohelnici se podílí na výrobě elektromotorů o výkonu  $P=0,06\text{--}37\text{ kW}$  v osových výškách od 56 do 200 mm. V závodu Frenštát pod Radhoštěm je výroba zaměřena na elektromotory o výkonu  $P=15\text{--}200\text{ kW}$  v osových výškách od 200 mm do 315 mm a v Drásově je výroba orientována na výrobu motorů o výkonu  $P=300\text{--}33000\text{ kW}$

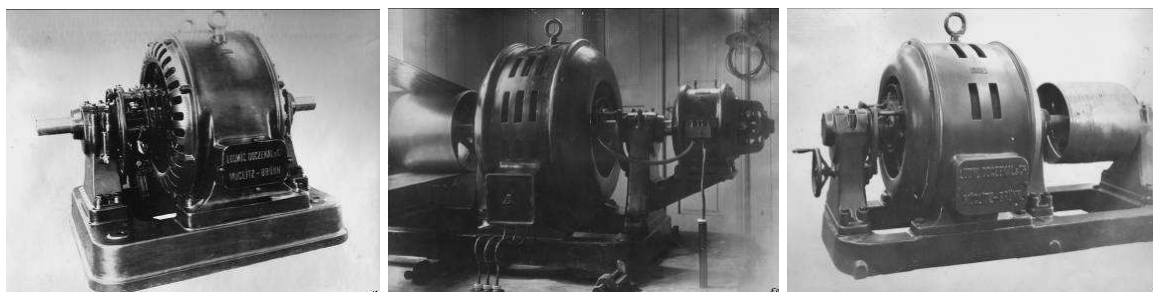
a generátorů o zdánlivém výkonu 250-20000 kVA. K hlavním odběratelům firmy patří výrobci kompresorů, čerpadel, obráběcích strojů, lisů a klimatizačních zařízení.



Obr.2 Závody SIEMENS v ČR [7]

## Historie závodu

Závod se sídlem v Mohelnici se ale po dobu své existence nezabýval pouze výrobou elektromotorů. Od prvopočátku zde byly vyráběny různé druhy transformátorů, elektrických strojů, zařízení elektráren včetně generátorů a další.



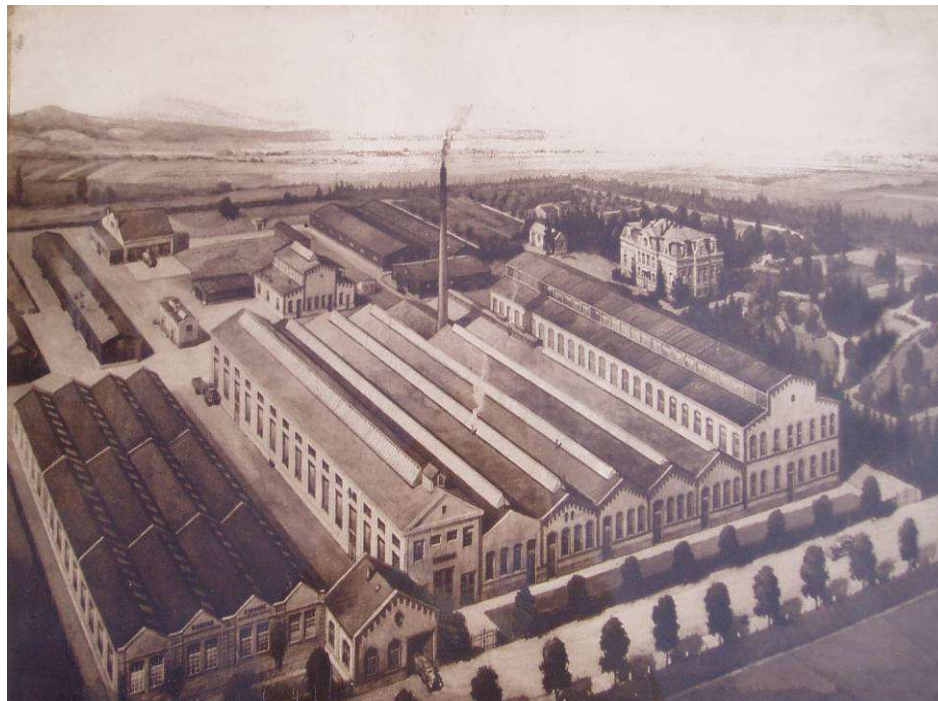
Motor DM 150

Generátor firmy  
Ludwig Doczeal

Dynamoelktromotor  
se zkratovacím zařízením

Obr.3 Některé produkty závodu [1]

Historie závodu v Mohelnici sahá do roku 1904, kdy 30. září byl zapsán do firemního rejstříku podnik pro výrobu elektrických zařízení se sídlem v Mohelnici. Nově vzniklá společnost tehdy nesla název Ludwig Doczekal & Comp.

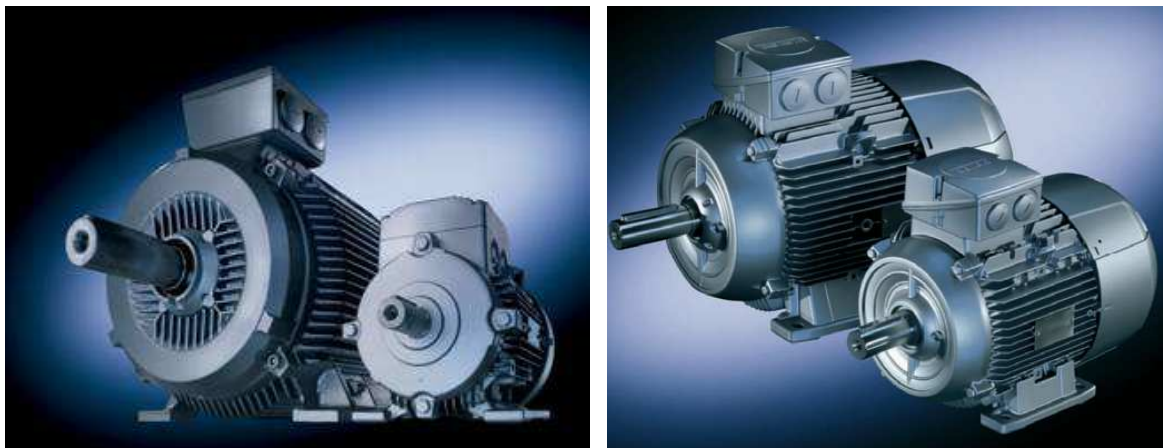


*Obr.4 Závod Siemens – Schuckertwerte [7]*

V roce 1924 došlo k uzavření smlouvy o vzájemném společenství s mohutným pražským podnikem SIEMENS & Co., a 21. prosince 1926 tak vznikla nová akciová společnost SIEMENS elektrotechnika. Roku 1939 byla mohelnická továrna začleněna do koncernu rakouské firmy SIEMENS – Schuckertwerte A.G.. Až v tomto roce se továrna orientovala především na výrobu elektromotorů.

V roce 1945 byl podnik postaven pod národní správu a dochází ke vzniku značky MEZ. Závod n.p. MEZ Mohelnice se sídlem v Mohelnici byl osamostatněn roku 1950. Následně byla zákazníkům nabídnuta první ucelená řada elektromotorů typu R a OR. Pod názvem MEZ Mohelnice, který podnik nesl do roku 1994, byly vyvinuty další nové typy elektromotorů od řady AF po AP, 2AP aj.. 1. června 1994 vláda ČR schválila privatizace MEZ Mohelnice a MEZ Frenštát podobou prodeje firmě SIEMENS. Se vznikem firmy SIEMENS Elektromotory s.r.o. byl zahájen vývoj nové řady elektromotorů typů 1LA a 7BA. [1]

V mohelnickém závodě jsou nyní vyráběny třífázové asynchronní elektromotory o jmenovitém výkonu 0,06 – 37 kW v osových výškách od 56 mm do 200 mm. V současné době je na trhu nejnovější řada elektromotorů řady 1LE. Také je prováděna výroba nejrozličnějších zákaznických provedení.



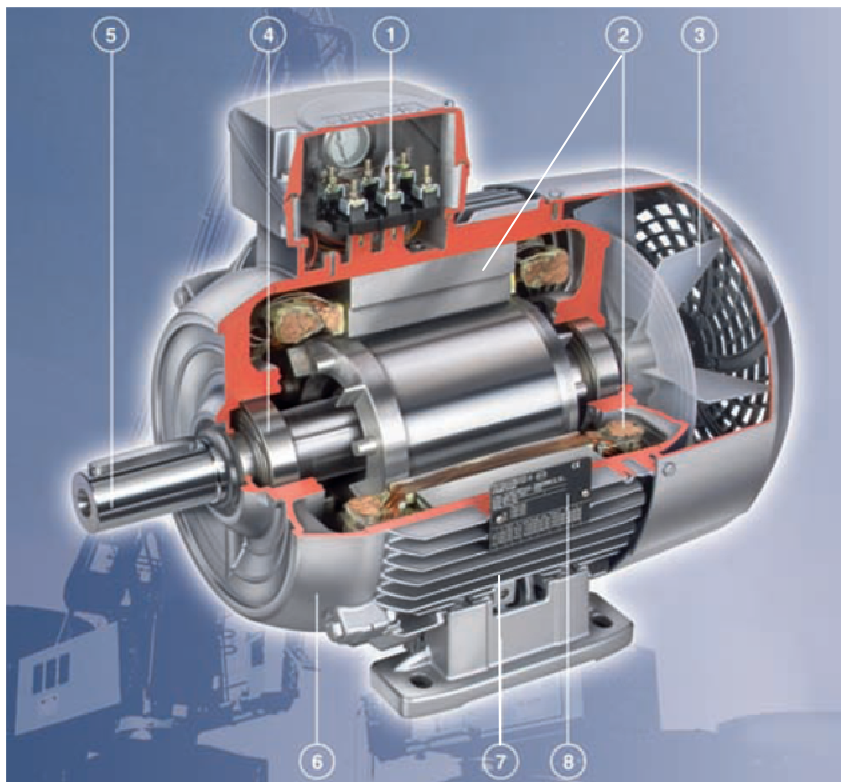
*Obr.5 Nejnovější řady elektromotorů [7]*

### **Všeobecné údaje a základní provedení elektromotoru**

K pohonu průmyslových zařízení, jako jsou ventilátory, čerpadla, obráběcí stroje, lisy apod., se používají trojfázové asynchronní elektromotory. Asynchronní motor je točivý elektrický stroj (elektromotor), který pracuje na střídavý proud. Je to nejrozšířenější pohon v elektrotechnice. Tok energie mezi hlavními částmi elektromotoru, rotorem a statorem, je prováděn pomocí elektromagnetické indukce. Asynchronní motory jsou vysoce spolehlivé, mají jednoduchou konstrukci a jsou napájeny z běžné střídavé sítě. [6]

Trojfázový asynchronní elektromotor, jak již bylo uvedeno, se skládá ze dvou hlavních částí. Jsou jimi stator a rotor. Stator je pevně uložen v kostře elektromotoru a tvoří jej svazek statorových plechů opatřených na vnitřním průměru drážkami, ve kterých je trojfázové vinutí. Toto vinutí je posunuté vůči sobě o  $120^\circ$  a je vyvedeno na svorkovnici. Rotor je pohyblivý, resp. rotující, částí motoru. Je tvořen hřídelí, na které jsou nalisovány rotorové plechy s drážkami. V těchto drážkách jsou vloženy hliníkové, popř. měděné tyče. Konce těchto tyčí jsou opatřeny zkratovými kruhy. Takto tvořený rotor se nazývá klecový rotor (kotva na krátko). [6]





Obr.6 Konstrukce elektromotoru [7]

1 – svorkovnicová skříň, 2 – statorový svazek, vinutí a izolace, 3 – ventilátor,  
4 – ložiska, 5 – hřídel a rotor, 6 – ložiskový štít, 7 – kostra, 8 – výkonnostní štítek

## Princip činnosti elektromotoru

Přivedením střídavého elektrického proudu do statorového vinutí vznikne ve statoru točivé magnetické pole. Točivé magnetické pole statoru indukuje v rotoru napětí, rotorem začne procházet střídavý elektrický proud, čímž vznikne v rotoru magnetické pole. Silové účinky tohoto magnetického pole vyvolají točivý moment, který uvede rotor do otáčivého pohybu. [6]

## Tok výroby elektromotoru

Technologický tok výroby elektromotoru začíná v lisovně magnetických obvodů, která zpracovává dynamoplech. Tento dynamoplech je dodáván ve svitcích, které jsou děleny na potřebné šířky pásů. Z těchto pásů se lisují statorové a rotorové plechy, které se dále skládají do statorových a rotorových paketů. V lisovně se provádí také odlev klece rotoru z elektrovodního hliníku. [1]



Obr.7 Závod Siemens Elektromotory s.r.o. v dnešní podobě [7]

Základem každé výroby motorů je navijárna. Zde se do satorových paketů vkládá vinutí, které rozhoduje o budoucích parametrech elektromotoru. Po navinutí, zapojení a odzkoušení vinutí se satorový svazek naimpregnuje. Tím se připraví pro finální montáž elektromotoru. Výstupem z elektromotoru je rotor, respektive hřídel. Prostřednictvím hřídele se elektrická energie přeměněná na rotační pohyb přenáší na poháněnou část. Hřídele se opracovávají s přídavkem a teprve po zalisování do rotorového svazku se brousí. Tichý chod motoru bez vibrací zajišťuje dynamické vyvážení každého rotoru. [1]

Důležitým dodavatelem komponentů pro finální montáž je slévárna. Jejím účelem je dodávat kompletně opracované odlitky pro montážní linky. Sortiment tvoří kostry elektromotorů, ložiskové štíty a drobné díly, jako jsou například patky elektromotorů, díly svorkovnice a podobně. Pro opracování ložiskových štítů se využívají produktivní špičkové obráběcí stroje. Ve slévárně je také koncentrována výroba plechových krytů ventilátorů. Konečné montáži elektromotoru předchází předmontáž. Na předmontáži se provádí zalisování satorového svazku do kostry. Následně se opracovává osazení koster a frézují patky elektromotoru. Na montáži se technologicky provádí kompletace motoru a každý elektromotor se zkouší. [1]

### 3. Základní pojmy organizace a řízení

Řídit jakoukoliv společnost je velmi těžká záležitost. Je to kvalifikovaná činnost, ale tuto činnost si lze usnadnit určitým organizováním a řízením.

Organizace a řízení výroby je vlastně teorie, zabývající se prostorovým, časovým a funkčním uspořádáním výrobních procesů. Řízení výrobních procesů je působení lidí na výrobní systémy s cílem zabezpečit jejich optimální fungování a rozvoj. [2]

Lidé mohou výrobní procesy řídit:

- přímo – management – řízení v širším pojetí za využití všech dostupných prostředků
- nepřímo – využití automatizovaných systémů řízení

Organizace a řízení ve všech částech výroby v sobě obsahuje určování vztahů jak věcných tak i pracovních. Z toho plyne, že musí určovat:

- výrobní strukturu
- technické vybavení dílen a provozů
- spotřebu materiálu
- strukturu pracovníků
- materiálový tok apod.

Výrobní proces je transformace polotovarů a vstupních materiálů na hotový výrobek za účasti pracovní síly. Výrobní proces se skládá z pracovních operací. Pracovní operace je základem organizace a řízení výroby a je to časově souvislá část výrobního procesu vykonávaná jedním, popř. skupinou pracovníků na daném pracovišti. Pracovní operace se skládají z pracovních úkonů a pracovních pohybů. Pracovní operace prováděné lidskou prací jsou z hlediska technického zdokonalování výroby nahrazovány prací strojů. [2]

Výrobní proces můžeme dělit podle několika hledisek. Jedním z těchto hledisek je členění výrobního procesu podle složitosti výroby. Složitost má vliv na organizaci výroby, na její náročnost a řízení. Dalším hlediskem je rozdělení výrobního procesu z pohledu uspořádání výrobních jednotek. Uspořádání výrobních jednotek je především ovlivňováno materiálovým tokem výrobku. Materiálový tok výrobku je to v podstatě pohyb polotovarů, materiálů a průběžných výrobků výrobním procesem. Hlavním záměrem je zajistit plynulost pohybu mezi jednotlivými operacemi, redukovat, popř. vyloučit nadbytečné

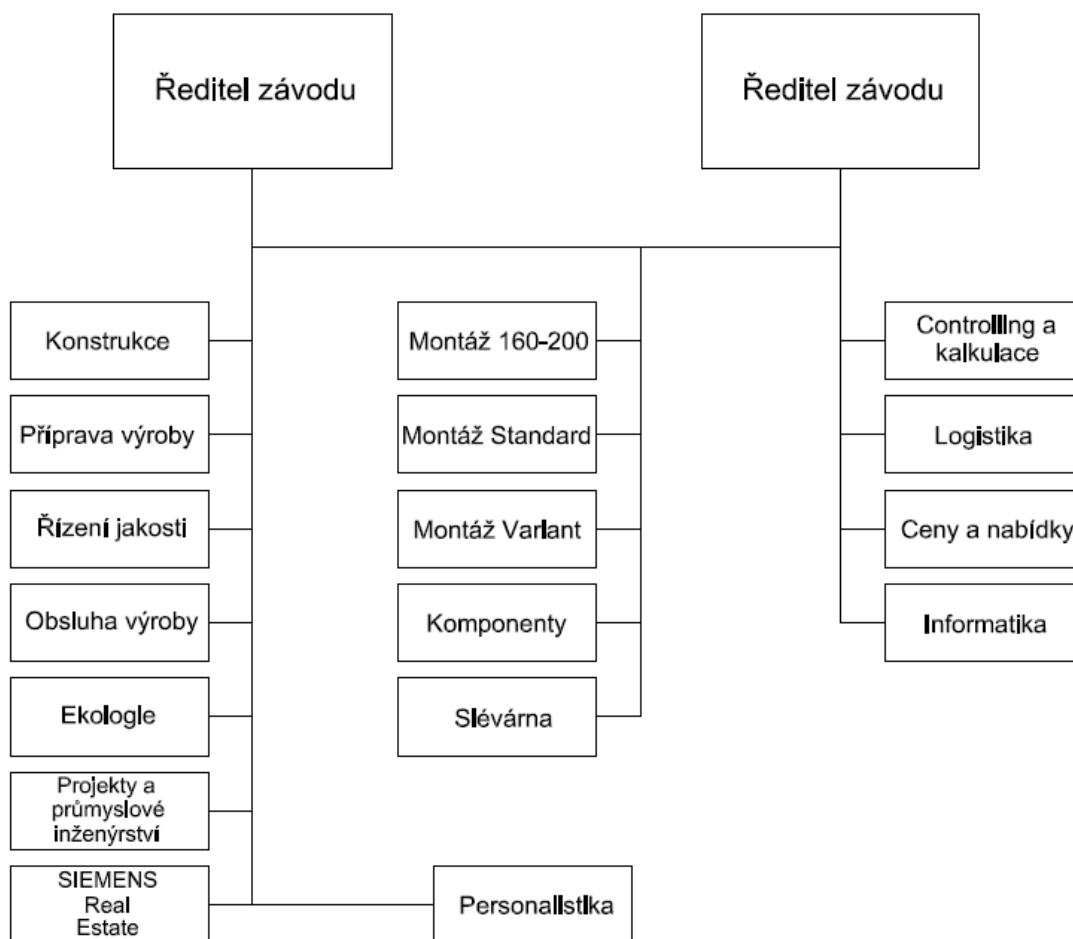


operace. Výrobní proces můžeme rozdělit také podle časového průběhu výrobku výrobním procesem. Průběžná doba výroby je doba, kdy se materiál dostane do výrobního procesu až po její ukončení. Do této doby je třeba započítat také ztráty a prostoje vzniklé v průběhu výroby. [2]

Jak již bylo naznačeno, výrobní procesy se konají na výrobních jednotkách, tj. na pracovištích. Ta jsou rozmístěna odlišně, a to podle druhu výroby na jednotlivých dílnách či provozech. Jejich rozmístění a struktura musí ale nejlépe vyhovovat materiálovému toku výrobku tak, aby kladně ovlivňovala jeho průběh. Výrobní jednotky lze dělit dle různých hledisek. Jedním z nich je dělení podle výrobního profilu. Ten je dán především charakterem a druhem výroby, od kterých se dále určuje typ výroby, tzn. výroba kusová, sériová či hromadná. Tyto faktory výrobních jednotek určují rozmístění jednotlivých pracovišť ve výrobní jednotce. Z toho se odvíjí další členění výrobních jednotek dle hlediska prostorové struktury, která znázorňuje rozmístění pracovišť uvnitř dílen, provozů, případně jiných objektů. Jednotlivá pracoviště musí být vybavena tak, aby zaručovaly plynulost toku výroby, a to v co nejkratším čase, s maximální kvalitou výrobku a za co nejnižší náklady. [2]

## Struktura výrobního systému

Výrobní systém je cílevědomě uspořádaný celek s vnějšími vztahy, vnitřní strukturou a dělbou práce. Z hlediska řízení jej lze rozdělit na řídicí a řízený subsystém. Řídicí subsystém je tvořen pracovníky a technickými prostředky řídicího aparátu. Řídicí systém musí splňovat určité funkce; výrobní, technické, personální, ekonomické, obchodní a jiné. Přestože každá z těchto oblastí řídicího subsystému je individuální, jejich společným cílem je zajistit plynulost a hospodárnost řízeného subsystému. Řízený subsystém je tvořen řadou výrobních jednotek, jako jsou jednotlivá pracoviště, dílny, provozy, aj. Úkolem výrobních jednotek je výroba výrobků. Na následujícím obrázku je zobrazena struktura systému závodu SIEMENS v Mohelnici. [2]

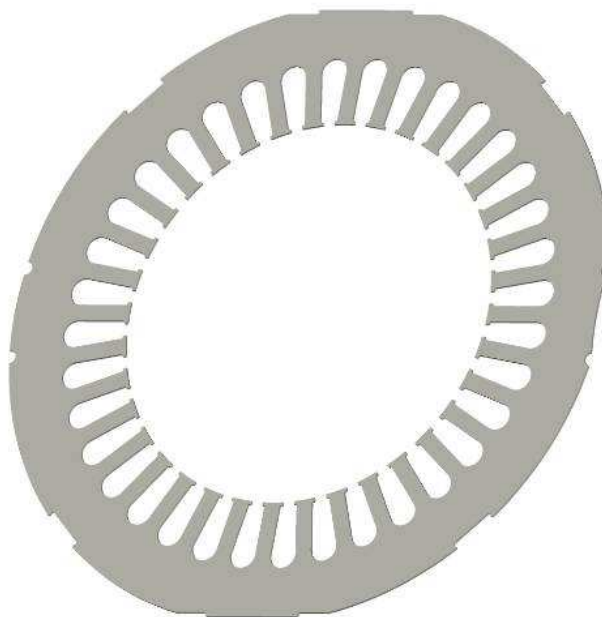


Obr.8 Struktura systému v závodu SIEMENS Mohelnice

## 4. Analýza stávajícího toku výroby statorových svazků

### 4.1. Paketování statorových svazků

Statorový svazek, jakož to jedna ze základních částí elektromotorů, je tvořen statorovými plechy. Statorové plechy jsou vylisovány, resp. vystřiženy z pásů dynamoplechu. Statorový plech je opatřen po obvodu vnitřního průměru drážkami, do kterých se vkládá statorové vinutí. Vnější a vnitřní rozměry statorových plechů, tvary a počet drážek se volí podle budoucího charakteru motoru, tj. zejména podle osové výšky elektromotoru a jmenovitého výkonu. Po obvodě vnějšího průměru plechů jsou umístěny drážky, které slouží pro spojení do paketu pomocí paketovacích spon. Příklad provedení statorového plechu je zobrazen na obr.9.



*Obr.9 Statorový plech*

Po vylisování statorových plechů, jsou tyto plechy dopravovány v ohradových paletách do regálů umístěných mezi jednotlivými pracovišti. Následně jsou dle zakázky dopravovány na pracoviště, kde se pomocí paketovacího stroje provádí výroba statorových svazků.

#### 4.1.1. Výroba statorových plechů

Na výrobu statorových plechů elektromotoru je používán dynamoplech válcovaný za studena, který je dodáván ve svitcích. Tento dynamoplech je upraven na potřebné šířky pásů na podélné dělicí lince. Následně jsou z těchto pásů dynamoplechu v postupových nástrojích na rychloběžných automatických lisech zpracovány statorové plechy v podobě výstřižků. Takto zpracované statorové plechy jsou uloženy do palety a umístěny do regálů. [4]



*Obr. 10 Rychloběžný automatický lis [7]*

#### 4.1.2. Pracovní postup rovnání a vážení statorových svazků

Podle zakázky ze systému SAP R/3, kde je zpracovaná veškerá dokumentace týkající se motoru, si dotýčný pracovník povolá ze skladu paletu s plechy statoru.

Dříve si pracovník dle svých zkušeností a odhadů odebral z palety přibližný počet plechů, které umístil na váhu.



*Obr.11 Vážení statorových svazků [7]*

Dle zakázky si nastavil na váze hodnoty potřebného svazku, poněvadž každý svazek o určité délce má i svou hmotnost. Poté zvažil plechy a v případě přebytku či úbytku zváženého množství odebral či přidal plechy tak, aby získal přesné vyvážení plechů. Tyto plechy se dále srovnávaly pomocí rovnací drážky na jehle tak, aby byly drážky z této dávky plechů průchozí. [4]



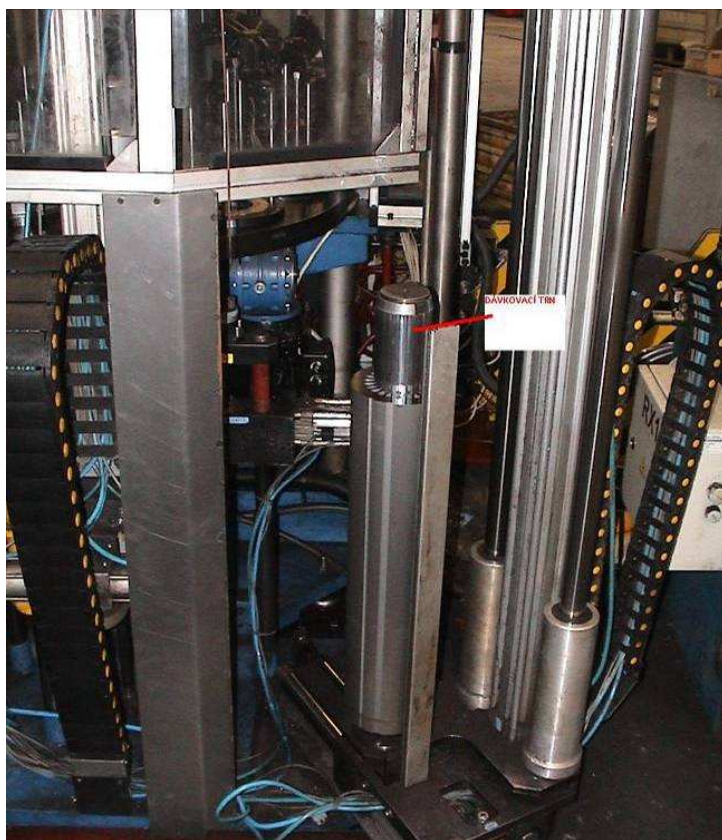
*Obr.12 Rovnání statorových plechů na jehle [4]*

Před následným svazkováním bylo potřeba u této dávky plechů ještě změřit délku a tím dosáhnout správnosti. Toto se však provádělo pouze u vzorových svazků. V případě,



že by vzorový svazek neodpovídal předepsané délce svazku, bylo potřeba provést buď opravu váhy nebo bylo možné použít plechy na dovážení svazku, které se umísťovaly na obě strany váhy. Poté co si pracovník narovnal statorové plechy je užil k další operaci, kterou je svazkování, nebo-li paketování. [4]

Z důvodu zastaralého výrobního zařízení bylo ale toto zařízení nahrazeno novým automatizovaným výrobním zařízením. Díky automatizovanému výrobnímu zařízení odpadají pracovníkovi některé pracovní úkony. Konkrétně je to vážení statorových plechů a jejich rovnání na rovnací jehle. Tyto pracovní úkony koná stroj. Pracovník pouze odebere z palety statorové plechy, které následně uloží do zásobníku stroje.

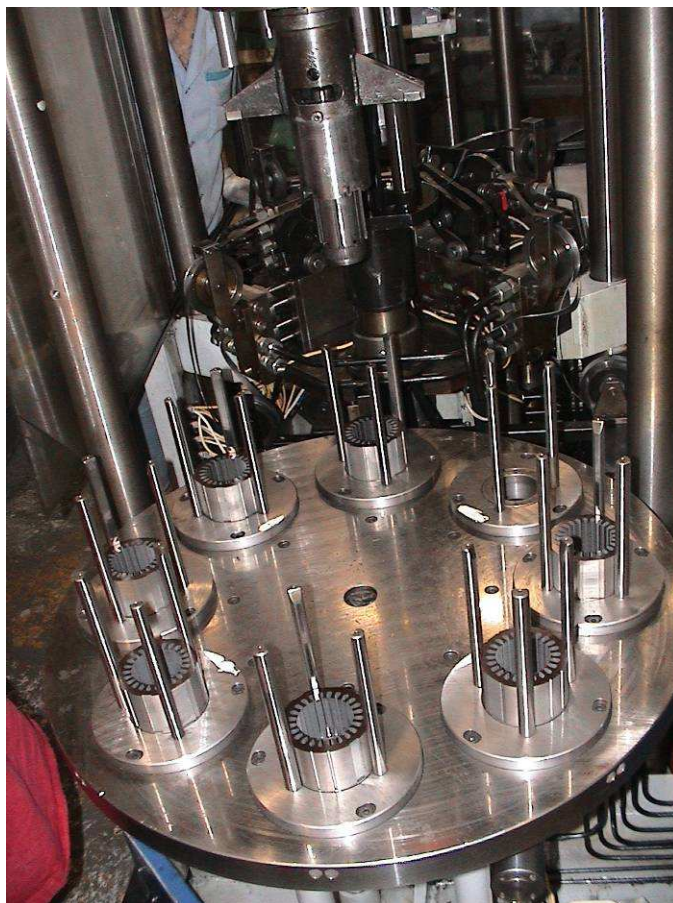


*Obr. 13 Zásobník svazkovacího stroje [7]*

#### **4.1.3. Výroba statorových svazků**

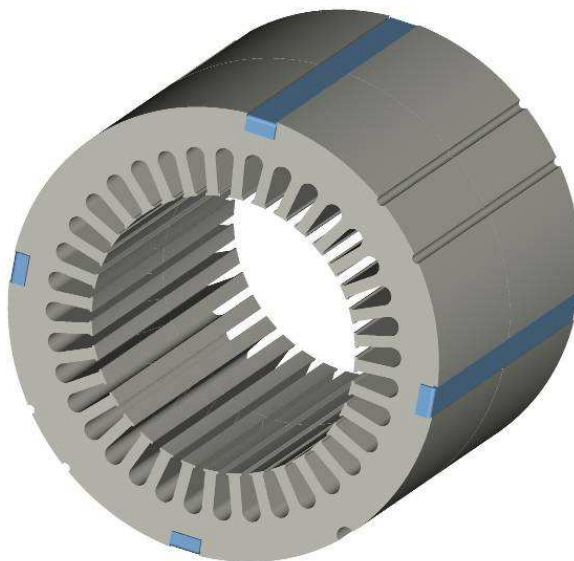
Výroba statorových svazků se provádí na pracovištích, kde se pomocí svazkovacích (paketovacích) strojů lisováním plechů zhotoví svazek.

Automatizovaný svazkový stroj pracuje v podstatě na stejném principu jako u předešlého svazkování. Stroj je ale navíc vybaven funkcí, kde si stroj během provozu sám odebere ze zásobníku potřebný počet plechů, které srovná. Pracovník pouze naplní zásobník svazkovacího stroje maximálním množstvím plechů. [4]



*Obr.14 Svazkový (paketovací) stroj [7]*

Svazkový stroj se skládá z horního a spodního válce paketování a z válce na odebrání statorových svazků. Při setkání horního a spodního válce nastává operace sponkování, kdy dojde ke slisování plechů statoru. Zároveň s touto operací si stroj přichystá svazkový spony. Horní válec je přitlačován ke spodnímu válci a dochází k tomu, že svazkový spony jsou zaválcovány do drážek statorových plechů. Poté jsou tyto spony přesečnuty a okraje jsou ohnuty přes čelní plochu do konečné podoby. Pomocí vyhazovače jsou sepnuté svazky odsunuty na vyjmutí ze stroje. U některých osových výšek elektromotorů se provádí pomocí kalibrovacího nástroje ještě kalibrování a apretace vstupů do drážek. Překontrolovaný statorový svazek je následně umístěn do čisté ohradové palety. Surový statorový svazek (neizolovaný) je zobrazen na následujícím obrázku. [4]



*Obr.15 Surový statorový svazek (neizolovaný)*

#### 4.2. Vkládání drážkové izolace

Před samotným vložením vinutí do drážek statorových plechů se provádí vkládání drážkové izolace. Drážkové izolování se provádí na zařízeních zvaných vkládačka drážkové izolace VDI (obr.16) a uskutečňuje se pomocí předepsané drážkové izolace. [5]



*Obr.16 Vkládačka drážkové izolace [7]*



Tato drážková izolace slouží k odizolování vinutí (cívky) od statorových plechů svazku. Izolace mezi statorovým vinutím a statorovými plechy je realizována izolačním papírem vloženým do statorové drážky. Tato drážková izolace zajišťuje izolační systém elektromotoru. Drážkové izolace jsou zabezpečeny vytvořením lemů proti případnému posunutí. Je možné použít také zesílení výstupů pomocí samolepící pásky. [5]

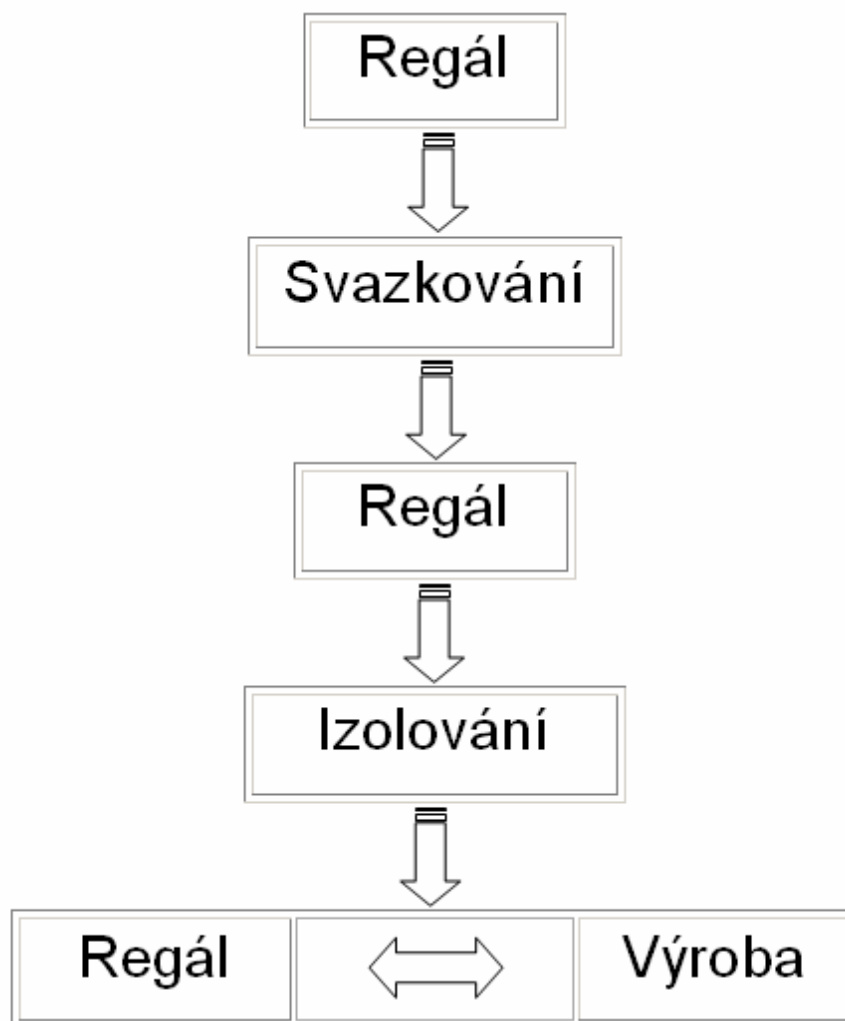
#### **4.2.1. Technologický postup vkládání drážkové izolace**

Vkládačka drážkové izolace je opatřena odvíjecím stojanem, na který je nasazen kotouč drážkové izolace. Jeho parametry jsou dány dle dané vyráběné zakázky. Konec drážkové izolace je umístěn do podávacího a lemovacího zařízení stroje. Statorový svazek, který je na toto pracoviště dopraven v ohradové paletě, se nasune na upínací trn a zajistí se proti posunutí. Poté vkládačka vloží do jednotlivých drážek statorového svazku drážkovou izolaci a izolovaný statorový svazek se odejme ze stroje a provede se vizuální kontrola izolace. V případě správného izolování se vloží do čisté palety. [5]

## 5. Posouzení současného stavu

### 5.1. Materiálový tok výroby statorových svazků

Vystřižené statorové plechy jsou uloženy do zásoby v regálech. Odtud následují dle zakázky na pracoviště rovnání a vážení plechů a následné svazkování. Po svazkování se statorové svazky umístí opět do regálů, kde jsou k dispozici pro další operaci, kterou je izolování. Pracovník si na základě zakázky z regálu nechá přistavit na své pracoviště paletu se sesponkovanými statorovými svazky a vloží na vkládačkách drážkovou izolaci. Po této operaci jsou izolované svazky dány do palet a umístěny do přípravných regálů pro expedici nebo jdou přímo do výroby. Názorné schéma toku výroby je zobrazeno na obr.17.



Obr. 17 Schéma toku výroby svazkování a izolování statorových svazků

## 5.2. Rozmístění pracovišť

Hlavním prostorovým hlediskem je uspořádání, respektive rozmístění pracovišť. Z prostorového hlediska lze uspořádání pracovišť rozdělit na:

- individuální
- skupinové
- pohyblivé

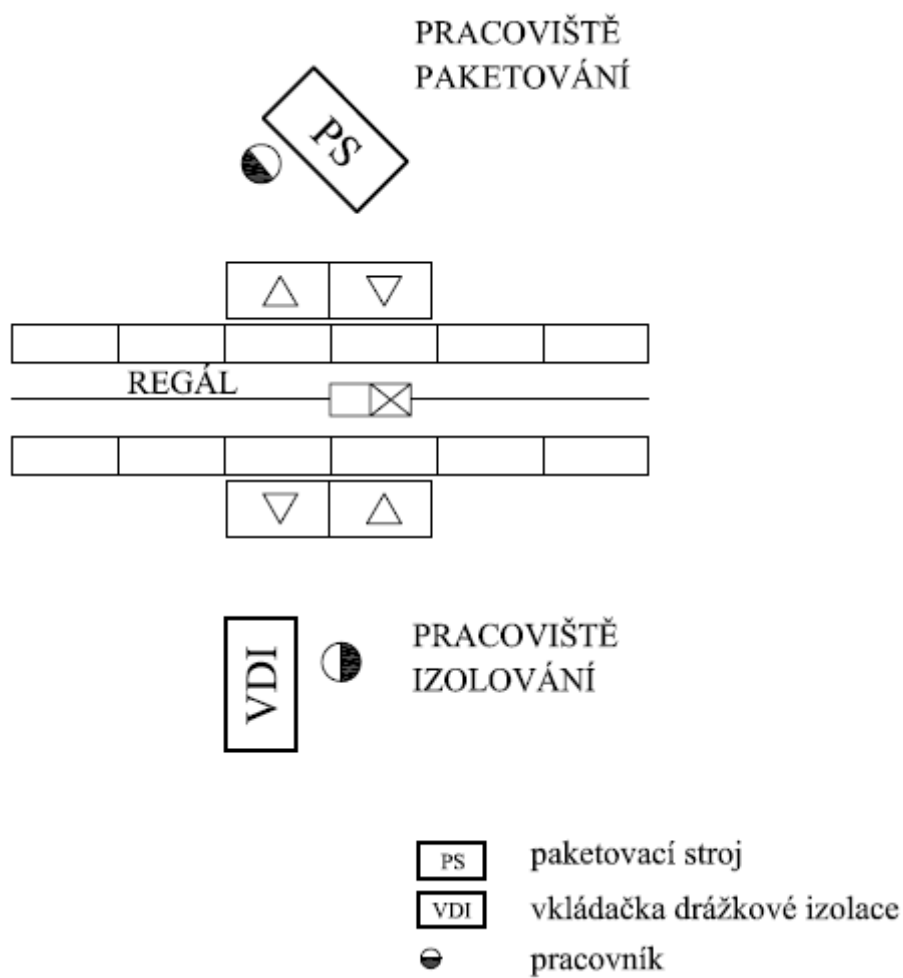
**Individuální rozmístění pracovišť** se uplatní hlavně u výroby, kde není možné seskupit výrobní zařízení do skupin. Toto uspořádání má své uplatnění především v kusové výrobě.

**Skupinové rozmístění pracovišť** je takové rozmístění, kde jsou jednotlivá výrobní zařízení seskupena do skupin, a to buď podle výrobního postupu (předmětné seskupení) nebo podle technologie výroby (technologické seskupení).

*Předmětné uspořádání pracovišť* je seskupení technologicky rozdílných pracovišť, které jsou určeny pro výrobu technologicky podobných výrobků. V tomto případě výrobek postupuje od jednoho výrobního zařízení ke druhému, přičemž cílem je plynulý tok výrobku. Výhodou je snadné a přehledné řízení výroby, nízké náklady na výrobu a na manipulaci s materiálem. Nevýhodami jsou malá pružnost výroby, náročná synchronizace času trvání na jednotlivých pracovištích.

*Technologické uspořádání pracovišť* je takové uspořádání, kde jsou jednotlivá pracoviště seskupena podle technologické příbuznosti zařízení. U tohoto typu uspořádání pracovišť postupuje výrobek od jednoho pracoviště ke druhému. Výhodou je lepší využití kapacit výrobních zařízení, snadnější přizpůsobení pracovišť při změnách výrobního programu, pružnější výrobní proces apod. Nevýhodou je potřeba dokonalejších výrobních zařízení, náročné operativní řízení výroby, vysoké zásoby rozpracované práce (zdlouhavé materiálové toky). [2]

Z daného materiálového toku výroby statorových svazků vyplývá určité rozmístění jednotlivých pracovišť. Z prostorového hlediska se jedná o skupinové uspořádání pracovišť, konkrétně o technologické uspořádání. Každé pracoviště obsluhuje jeden pracovník, tzn. na paktování a izolování je zapotřebí dvou pracovníků. Rozmístění jednotlivých pracovišť při současném materiálovém toku výroby statorových svazků je znázorněno na obr.18.



Obr. 18 Rozmístění pracovišť při současném toku výroby

## 6. Zefektivnění toku výroby statorových svazků

Efektivní plánování materiálových toků je výzva, kterou musí řešit každý výrobní podnik. Stejně tak tomu je i ve firmě SIEMENS Elektromotory. Nárůst tržeb dostal firmu do situace, kdy bylo nutné řešit jak nasycení výrobních kapacit, tak nedostatek skladovacích ploch a velké množství finančních prostředků zahrnutých v zásobách. Podle názoru zákazníků je firma vysoce flexibilní, na druhou stranu cena za tuto flexibilitu je ale velmi vysoká.

Realizace nového toku výroby statorových svazků by měla vést k zefektivnění výroby, tedy dojde ke zrovnoměnění výroby, ke snížení pracnosti, ke snížení mezioperačních zásob a ke snížení nákladů na výrobu. Změna toku výroby statorových svazků v sobě zahrnuje určitou přestavbu současného rozmístění pracovišť.

Především způsob plánování firmy vycházel z principu maximálního využití všech výrobních zařízení. Ještě před začátkem projektu bylo nahrazeno zastaralé výrobní zařízení nově automatizovaným strojem na svazkování statorových plechů. Právě díky novému automatizovanému zařízení docházelo k nevyužití pracovní síly na tomto pracovišti, což vedlo k novému toku výroby.

V současné době konkurenceschopnost vede ke zvýšení efektivity výrobního systému. Požadavky pro zvýšení efektivity výrobního systému jsou:

- minimalizovat náklady na manipulování s materiálem
- efektivní využití veškerých prostorů
- snížení mezioperačních zásob
- redukovat časy výrobního cyklu
- odstraňovat nadbytečné pohyby
- ulehčit komunikaci mezi pracovníky.

Materiálový tok výroby je dán směrem, intenzitou a frekvencí. Charakter a délka materiálového toku jsou určeny prostorovým uspořádáním. Na základě těchto veličin jsme schopni materiálové toky měřit, hodnotit a optimalizovat.

## 6.1. Navrhovaná řešení toku výroby statorových svazků

Při současném stavu materiálového toku výroby statorových svazků je zřejmé, že na dvou pracovištích, svazkování a izolování, jsou zapotřebí dva pracovníci. Navíc pracovník obsluhující automatizované výrobní zařízení na výrobu statorových svazků vlastně pouze naplňuje zásobník stroje novými plechy a dále je již po svazkování odebírá a vkládá zpět do palety. Z toho vyplývá, že pracovní síla není plně využita.

Dalším nedostatkem současného toku výroby je to, že mezi operacemi svazkování a izolování statorových svazků dochází k nadbytečným mezioperačním zásobám. Část těchto zásob byla dle objednávání zakázek využívána, druhá část byla ovšem nevyužita z důvodu nízké frekvence jejího využití. Z této nevyužité části zásob se stávala „mrtvá“ zásoba. Důsledkem toho byl vysoký stav finančních prostředků zahrnutých v zásobách a nadbytečné skladovací prostory.

Tento nepružný systém vedl právě ke změně způsobu plánování materiálového toku výroby. Vhodnou variantou se jevilo nové uspořádání pracovišť. Toto by vedlo k mnohem efektivnějšímu využití toku výroby.

Nová metodika uspořádání pracovišť má následující podobu:

- zrušení (snížení) zásob mezi operacemi svazkování a izolování
- spojení pracovišť svazkování a izolování na jedno pracoviště

Dále bylo uvažováno, zda se užije takové varianty, že na nově vzniklém pracovišti budou pracovat dva pracovníci, tak jak tomu bylo doposud, nebo zda se zruší jedno pracovní místo a tím pádem by nově vzniklé pracoviště obsluhoval pouze jeden pracovník. Nakonec se zvolila varianta pouze s jedním pracovníkem, který bude současně provádět operace svazkování a izolování.

Toto nové uspořádání pracovišť sebou nenese pouze tyto změny. Navrhovaný tok výroby spočívá také v přemístění a v návrhu nového rozmístění a uspořádání výrobního zařízení, dále pak ve změně jednotlivých pracovních postupů a úkonů, a v navržení nového systému plánování (zásobování).

## 7. Analýza navrženého toku výroby statorových svazků

Po vystřížení statorových plechů na rychloběžných lisech jsou tyto plechy uloženy do palet a ty umístěny do regálů. Změna nového řešení toku výroby se této operace netýká.

### 7.1. Svazkování a izolování statorových svazků

Jak již bylo uvedeno, nově navržené pracoviště se skládá ze spojení dvou pracovišť, svazkování a izolování statorových svazků. Toto pracoviště mimo jiné obsahuje automatizované výrobní zařízení pro odebrání, rovnání a následné svazkování statorových plechů. Na nově vzniklé pracoviště je potřeba pouze jednoho pracovníka, který obsluhuje jak výrobní zařízení na výrobu statorových svazků, tak stroj na vkládání drážkové izolace.

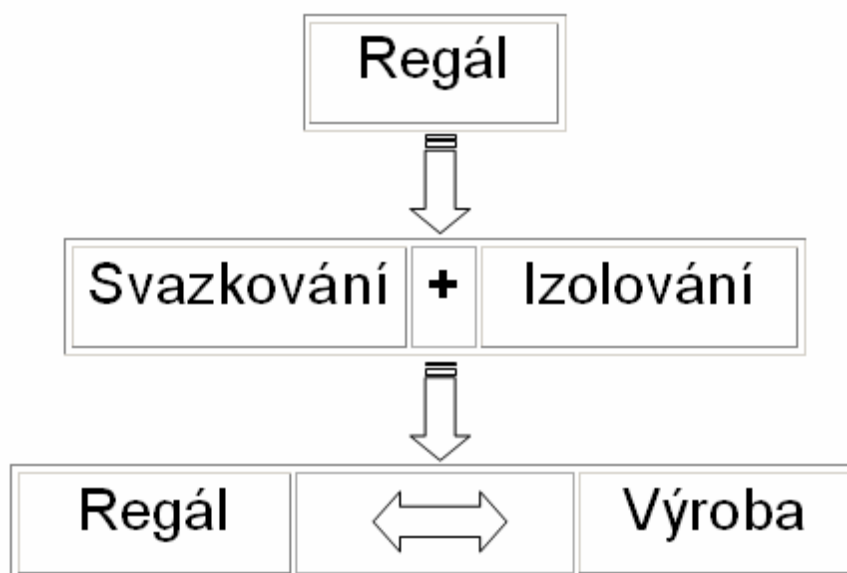
Na základě zakázky ze systému SAP R/3 si dotyčný pracovník povolá z regálu paletu s plechy statoru. Jak již bylo uvedeno u současného toku výroby, díky automatizovanému výrobnímu zařízení odpadají pracovníkovi některé pracovní úkony. Konkrétně je to vážení statorových plechů a jejich rovnání na rovnací jehle. Tyto pracovní úkony koná stroj. Pracovník pouze odebere z palety statorové plechy, kterými následně naplní zásobník stroje maximálním množstvím.

Svazkovací stroj je shodný se strojem jako u svazkování při současném toku výroby, tedy pracuje na stejném principu. Stroj je vybaven funkcí, kde si stroj během provozu sám odebere ze zásobníku potřebný počet plechů, které srovná. Poté stlačením horního a spodního válce paketační dojde ke slisování plechů a k jejich následnému sesponkování. Takto sepnuté svazky jsou pomocí vyhazovače odsunuty na vyjmutí ze stroje.

Pracovník, který naplnil zásobník svazkovacího stroje, si během svazkování strojem odebere již sesvazkované a sesponkované plechy a na vkládačce drážkové izolace provede drážkovou izolaci. Tento stroj je stejný jako u současného toku výroby, jediný rozdíl je v tom, že je umístěn hned vedle pracoviště pro svazkování. Tím je docíleno mnohem efektivnějšího způsobu materiálového toku a rovněž dochází k lepšímu využití pracovní síly.

## 7.2. Materiálový tok výroby statorových svazků

Vylisované statorové plechy jsou uloženy do zásoby v regálech. Z těchto regálů statorové plechy putují dle zakázky na nově vzniklé pracoviště svazkování a izolování. Zde pracovník za pomoci paketovacího stroje provede paktování statorových plechů a jejich sesponkování, a na vkládačce drážkové izolace, která je umístěna hned vedle paketovacího stroje, provede izolaci drážek. Po izolování drážek statorového svazku jsou svazky dány do palet a umístěny do přípravných regálů pro expedici nebo jdou přímo do výroby. Navrhovaný materiálový tok výroby statorových svazků je schematicky znázorněn na následujícím obrázku.



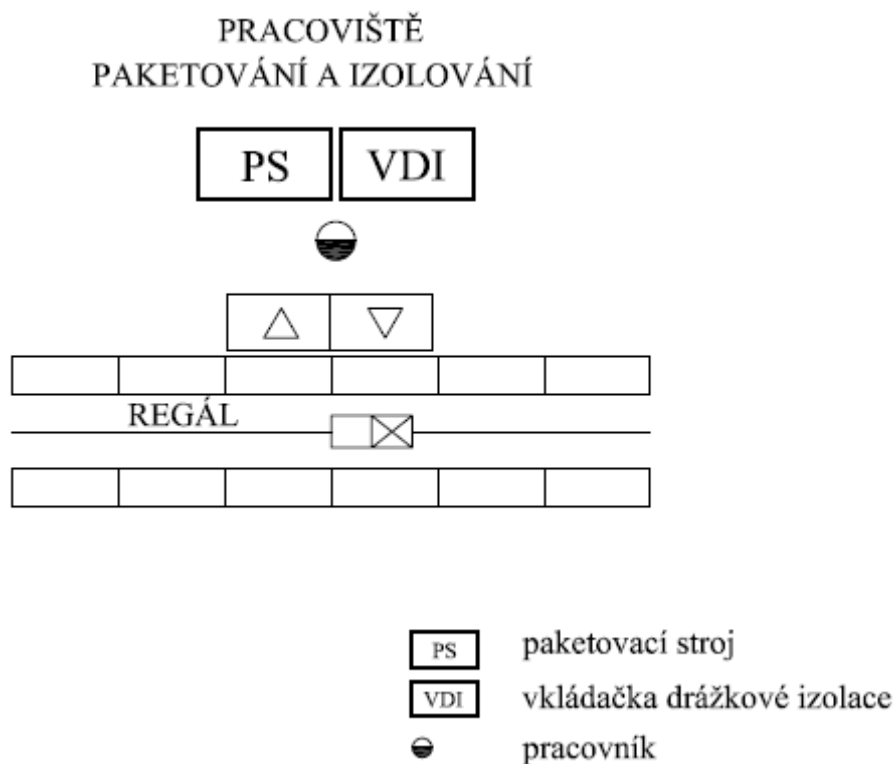
Obr. 19 Schéma toku výroby svazkování a izolování statorových svazků

## 7.3. Rozmístění pracovišť navrhovaného řešení

Nový, efektivnější, materiálový tok výroby statorových svazků sebou nese nové uspořádání pracovišť. Přesunutím výrobního zařízení vkládačky drážkové izolace vedle paketovacího stroje vede k úpravě pracoviště paktování, respektive svazkování. To spočívá v otočení paketovacího stroje za účelem lepšího pohybu pracovníka právě mezi paketovacím strojem a vkládačkou drážkové izolace.



U nově navrženého uspořádání pracovišť bude zaručen plynulý materiálový tok výrobku od jednoho výrobního zařízení ke druhému. V tomto případě se bude jednat o skupinové, předmětné uspořádání pracovišť. Výhodou tohoto uspořádání jsou zajiště snadné a přehledné řízení výroby, zkrácení dopravních vzdáleností a nízké náklady na manipulaci s materiálem. Navržené rozmístění pracovišť pro paktování a izolování je znázorněno na následujícím obrázku.



*Obr.20 Navrhované rozmístění pracovišť*

## 8. Náklady podnikové činnosti

Velmi důležitým ukazatelem, který charakterizuje výrobní činnost podniku a ovlivňuje jeho správné fungování, je hospodářský výsledek podniku. Hospodářský výsledek podniku je v podstatě rozdíl mezi výnosy a náklady. Pokud v podniku jsou výnosy vyšší než samotné náklady, jedná se o zisk, převyšují-li ovšem náklady výnosy, jde o ztrátu.

Výnosy podniku jsou finanční částky, které podnik získává ze všech svých činností za dané období. Hlavními a zároveň nejvyššími výnosy výrobního podniku jsou tržby za prodej vlastních výrobků, v tomto případě za prodej elektromotorů. Dále jsou to potom finanční výnosy získané z finančních investic, cenných papírů a mimořádné výnosy získané například prodejem odepsaných strojů apod. Náklady podniku jsou finanční částky, které je nucen podnik vynaložit s cílem získání výnosů. [3]

Náklady podniku představují:

- obvyklé provozní náklady (materiál, energie, mzdy)
- ostatní provozní náklady
- odpisy dlouhodobého majetku
- finanční náklady
- mimořádné náklady (odměny, dary).

Hlavní složkou výnosů podniku jsou tržby. Tržby jsou základním finančním zdrojem podniku a jsou to finanční, respektive peněžní částky, které podnik obdrží za prodej výrobků. [3]

### **Klasifikace nákladů**

Řádné zajišťování chodu a fungování podniku zaručuje jeho usměrňování a řízení. Řízení nákladů požaduje jejich podrobné třídění.

### **Druhové třídění nákladů**

Druhové třídění nákladů je jejich usměrňování do stejnorodých skupin spojených s činnostmi jednotlivých výrobních činitelů (materiál, práce, investiční majetek).

Hlavními nákladovými druhy jsou:

- spotřeba surovin a materiálu
- mzdové a ostatní osobní náklady (mzdy, platy, sociální a zdravotní pojištění atd.)
- finanční náklady (pojistné, placené úroky)
- náklady na externí služby (opravy a udržování, nájemné)
- odpisy budov, strojů, výrobního zařízení, nástrojů

Nákladové druhy zastupují externí náklady. Jsou to náklady prvotní, které vznikají spojením podniku s jeho okolím (např. spotřeba materiálu) nebo s jeho zaměstnanci (mzdové náklady). Jsou to náklady jednoduché, z čehož vyplývá, že je nelze dále členit.

Druhotné náklady vznikají spotřebou výkonů prováděných uvnitř podniku, jsou to interní náklady, které mají komplexní charakter. Tyto náklady se dají rozložit na nákladové druhy.

### **Účelové třídění nákladů**

Účelové třídění nákladů spočívá v jednom ze dvou základních hledisek. Těmito hledisky jsou třídění nákladů podle místa vzniku a odpovědnosti a třídění nákladů podle výkonů.

#### **Třídění nákladů podle místa vzniku a odpovědnosti**

Třídění nákladů podle místa vzniku a odpovědnosti je založeno na tom, kde náklady vznikly a kdo je za jejich vznik odpovědný. Je to vlastně třídění nákladů podle vnitropodnikových útvarů. Náklady se rozdělují na náklady výrobní činnosti a na náklady nevýrobní činnosti. Ve výrobě se náklady zpravidla rozdělují na technologické náklady a na náklady na obsluhu a řízení.

Technologické náklady, související přímo s určitým výkonem, se označují jako přímé, nebo-li jednicové náklady. Tyto náklady se dají určit na vyrobené jednici přímo, měřením nebo použitím norem. Ostatní technologické náklady a náklady na obsluhu a řízení, související s výrobou se nazývají jako nepřímé, nebo-li režijní náklady. Řízení a kontrola režijních nákladů je komplikovanější a méně přesná než u nákladů jednicových. Pozorují se podle středisek a nástrojů jejich řízení jsou rozpočty režijních nákladů. [3]

Tyto informace, které jsou získány z vnitropodnikové účetní evidence, jsou významným podkladem ke zjištění zdrojů zisku. Hlavními vnitropodnikovými útvary, ve kterých se náklady, výnosy a výsledek hospodaření sledují, jsou hospodářská střediska.

### Třídění nákladů podle výkonů, tj. kalkulační třídění nákladů

Kalkulační třídění nákladů nám dává informace, na co byly náklady vynaloženy, tzn. na které výrobky či služby. Toto stanovisko nám dává možnost zjistit zisk jednotlivých výrobků a eventuálně přizpůsobit výrobní strukturu.

Podle způsobu přiřazení nákladů připadající na kalkulační jednici rozlišujeme dvě základní skupiny nákladů:

- přímé – souvisí přímo s určitým druhem výkonu
- nepřímé – souvisí s několika druhy výkonů a zabezpečují výrobu jako celek

Do skupiny přímých nákladů patří náklady jednicové a také ty náklady režijní, které přímo souvisí s určitým výrobkem. Jednicové mzdy jsou tedy veškeré mzdy za přímou práci potřebné na přeměnu vstupního materiálu na hotový výrobek.

Do skupiny nepřímých nákladů patří takové režijní náklady, které jsou společné více druhům výrobků. [3]

## 9. Hodnocení navrženého řešení

Jak již bylo uvedeno výše, při stávajícím toku materiálu výroby statorových svazků bylo na dvou pracovištích, tj. svazkování a izolování, potřeba dvou pracovníků. V navrhovaném řešení materiálového toku, tj. při spojení operací svazkování a izolování, je nutný pouze jeden pracovník.

Z toho je zřejmé, že při navrženém toku výroby statorových svazků se ve mzdě spoří jeden pracovník.

Navrhovaný systém řešení byl otestován na jednom vybraném pracovišti, konkrétně na pracovišti, kde se vyrábí osová výška elektromotoru 100 mm (AH100). Každá osová výška elektromotoru se dále vyrábí v různých provedeních, a to ve čtyřech polaritách (2, 4, 6 a 8 pól) a s různými výkony. U osově výšky AH100 byl u každé polarity vybrán jeden typ motoru a u těchto typů byla provedena analýza nákladů.

U vybraných typů svazků elektromotoru byly zjištěny náklady na jejich výrobu, respektive náklady na svazkování a izolování. Tyto náklady jsou zobrazeny v tabulkách uvedených níže. Vzhledem k ochraně firemních údajů jsou veškeré hodnoty poměrově upraveny tak, aby odpovídaly procentuálně skutečným hodnotám.

### Náklady na svazkování statorových svazků – současný stav

U pracoviště svazkování statorových svazků byl zjištěn jednicový čas potřebný k výrobě jednoho surového svazku, tj. k paketování plechů. Na základě této informace byl vypočítán počet kusů za jednu pracovní směnu vyrobený na pracovišti svazkování.

Jak již bylo uvedeno výše, náklady na výrobu se rozdělují na náklady jednicové, které přímo souvisí s daným výrobkem, a na náklady režijní, které zabezpečují výrobu jako celek. Na pracovišti svazkování je dána norma jednicové mzdy 1,6739 Kč/ks a norma režijní mzdy 2,3614 Kč/ks.

Na základě těchto norem byly vypočítány jednicové a režijní mzdy, což jsou mzdy na jeden vyrobený kus za jednicový čas. Z těchto hodnot byla sestavena tabulka (Tab.1) pro různé polaritely elektromotorů, ve které jsou postupně uvedeny jednicový čas potřebný k výrobě jednoho kusu, počet kusů vyrobený za jednu směnu, jednicová a režijní mzda a jejich součet.

Příklad výpočtu (modelové hodnoty) - pro 8-pól je výpočet mzdy následující:

*jednicový čas  $t_j = 0,853$  minut = 51,18 sekund*

*čas směny  $t_s = 7,5$  hodin = 450 minut*

$1 \text{ ks} = 0,853 \text{ minut} \rightarrow 1 \text{ minuta} = 1 / 0,853 = 1,172 \text{ kusů}$

***počet kusů za směnu = počet kusů za minutu \* čas směny***

*počet kusů za směnu = 1,172 \* 450 = 528 kusů*

***jednicová mzda = jednicový čas \* norma jednicové mzdy***

*jednicová mzda = 0,853 \* 1,6739 = 1,43 Kč*

***režijní mzda = jednicový čas \* norma režijní mzdy***

*režijní mzda = 0,853 \* 2,3614 = 2,01 Kč*

***celková mzda = jednicová mzda + režijní mzda***

*celková mzda = 1,43 + 2,01 = 3,44 Kč*

Tab.1 Náklady na výrobu satorových svazků – pracoviště svazkování

AH 100	jednicový čas [min]	ks/směnu	jednicová mzda [Kč]	režijní mzda [Kč]	celková mzda [Kč/ks] jednice + režie
8-pól	0,853	528	1,43	2,01	3,44
6-pól	0,956	471	1,60	2,26	3,86
4-pól	0,897	502	1,50	2,12	3,62
2-pól	0,956	471	1,60	2,26	3,86

### Náklady na vkládání drážkové izolace – současný stav

Na pracovišti vkládání drážkové izolace byly opět zjištěny jednicové časy potřebné na vložení drážkové izolace a z těchto časů vypočítán počet kusů vyrobených za jednu pracovní směnu. Na tomto pracovišti je dána norma jednicové mzdy 1,4556 Kč/ks a norma režijní mzdy 1,5419 Kč/ks. Opět z těchto norem byly vypočteny jednicové a režijní mzdy. Tyto hodnoty jsou zobrazeny v následující tabulce.

Tab.2 Náklady na výrobu satorových svazků – pracoviště izolování

AH 100	jednicový čas [min]	ks/směnu	jednicová mzda [Kč]	režijní mzda [Kč]	celková mzda [Kč/ks] jednice + režie
8-pól	0,677	665	0,98	1,04	2,03
6-pól	0,677	665	0,98	1,04	2,03
4-pól	0,677	665	0,98	1,04	2,03
2-pól	0,507	887	0,74	0,78	1,52

V předchozích tabulkách jsou uvedeny jednicové a režijní náklady na výrobu satorových svazků na samostatných pracovištích svazkování a izolování. Po sečtení jejich nákladů na výrobu získáme celkové náklady při současném materiálovém toku. Tyto hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab.3 Náklady na výrobu satorových svazků (modelové hodnoty)

AH 100	svazkování celková mzda [Kč/ks]	izolování celková mzda [Kč/ks]	CELKEM [Kč/ks]
8-pól	3,44	2,03	5,47
6-pól	3,86	2,03	5,89
4-pól	3,62	2,03	5,65
2-pól	3,86	1,52	5,38

### Náklady na nově vzniklé pracoviště spojením svazkování a izolování

Po přestavbě pracovišť, tzn. po spojení pracoviště svazkování a izolování, byl zaveden zkušební provoz. Během zkušebního provozu byly zjištěny jednicové časy potřebné na výrobu surových satorových svazků a na provedení jejich drážkové izolace. Podle předpokladů byly zjištěny stejné časy jako u současného stavu výroby satorových svazků na pracovišti svazkování. To je dáno tím, že pracovník, který naplnil zásobník svazkovacího stroje, si během svazkování strojem odebere již sesvazkované a sesponkované plechy a na vkládačce drážkové izolace provede drážkovou izolaci. Zde se tedy potvrdilo to, že pracovník současně zvládne i provedení drážkové izolace.

Na nově vzniklém pracovišti jsou normy jednicové a režijní mzdy stejné jako u předešlého pracoviště svazkování, tj. norma jednicové mzdy je 1,6739 Kč/ks a norma

režijní mzdy je 2,3614 Kč/ks. Z těchto norem byly vypočítány jednicové a režijní mzdy u jednotlivých typů elektromotoru. Tyto hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

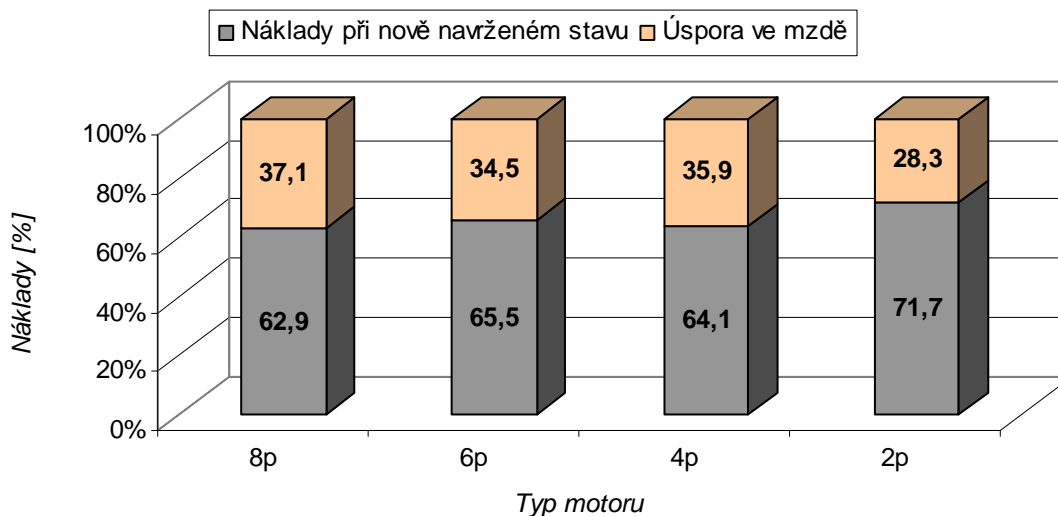
Tab.4 Náklady na výrobu satorových svazků – nově vzniklé pracoviště

AH 100	jednicový čas [min]	ks/směnu	jednicová mzda [Kč]	režijní mzda [Kč]	celková mzda [Kč/ks] jednice + režie
8-pól	0,853	528	1,43	2,01	3,44
6-pól	0,956	471	1,60	2,26	3,86
4-pól	0,897	502	1,50	2,12	3,62
2-pól	0,956	471	1,60	2,26	3,86

Porovnáním hodnot celkové mzdy mezi stávajícím a navrženým materiálovým tokem, tedy porovnáním hodnot v tabulce 3 a tabulce 4, je zřejmá úspora a to v podobě mzdy na původním pracovišti vkládání drážkové izolace. Procentuální rozdíl nákladů je uveden v následující tabulce a zobrazen v grafu (obr.21).

Tab.5 Úspora nákladů na výrobu satorových svazků (modelové hodnoty)

AH 100	Současný stav celková mzda [Kč/ks]	Navržený stav celková mzda [Kč/ks]	Úspora [%]
8-pól	5,47	3,44	37,1
6-pól	5,89	3,86	34,5
4-pól	5,65	3,62	35,9
2-pól	5,38	3,86	28,3



Obr.21 Přehled nákladů navrženého stavu oproti stávajícímu [%]

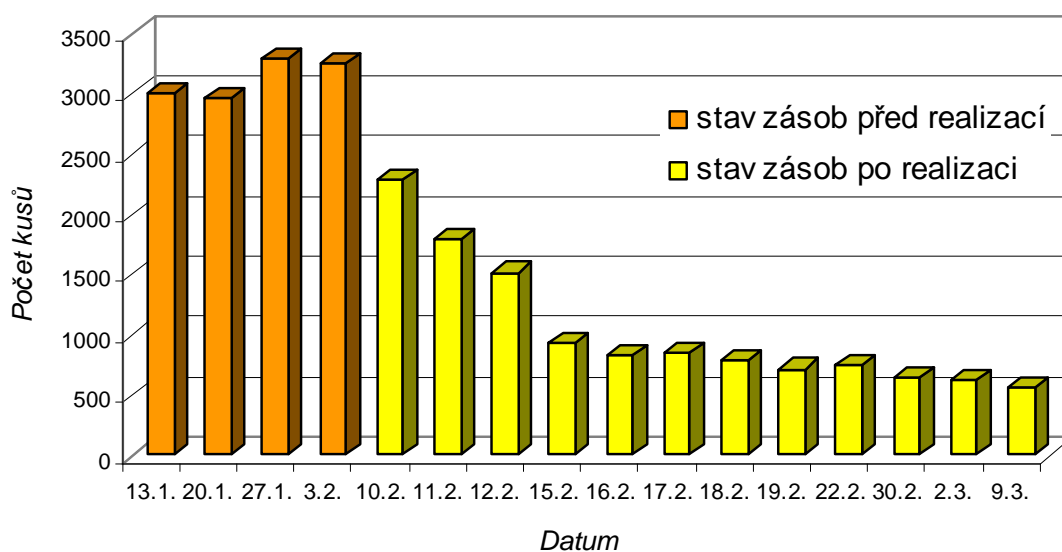


Dalším nedostatkem současného materiálového toku výroby bylo to, že docházelo k přebytečným mezioperačním zásobám mezi operacemi svazkování a izolování statorových svazků. Z toho vyplývá, že dochází k nadbytečným zásobám a vlivem toho ke zbytečným skladovacím prostorům.

V následující tabulce jsou pro osovou výšku elektromotoru 100 mm uvedeny stavy materiálových zásob sesponkovaných (surových) statorových svazků mezi operacemi svazkování a izolování, a to v průběhu cca. dvou měsíců. Pro názornou přehlednost je stav materiálových zásob znázorněn také v grafu (obr.22).

Tab.6 Stav zásob sesponkovaných svazků (modelové hodnoty)

DATUM	13.1.	20.1.	27.1.	3.2.	10.2.	11.2.	12.2.	15.2.	16.2.	17.2.	18.2.	19.2.	22.2.	30.2.	2.3.	9.3.
POČET KUSŮ	2992	2958	3288	3245	2279	1786	1515	930	833	839	782	715	748	652	618	561



Obr.22 Stav zásob sesponkovaných svazků (modelové hodnoty)

V grafu je zřetelně vidět, že před realizací změny pracovišť se stav zásob drží zhruba na konstantní hodnotě kolem 3 tisíc kusů. Po přestavbě pracovišť je vidět, jak se stav zásob výrazně snižuje. Tím se zároveň snižují náklady, které byly zahrnuty v mezioperačních zásobách. Stav zásob neizolovaných statorových svazků se po realizaci přestavby ustálil na cca. 500 kusech. To je z důvodu případného seřízení strojů či pro možné, nečekané řešení problémů. Tento stav zásob odpovídá cca. 15% z původního stavu, tedy náklady zahrnuté v zásobách klesly o 85%.

## 10. Závěr

Cílem této bakalářské práce byl projekt za účelem spojení dvou technologických operací týkající se výroby elektromotoru. Elektromotor je vyráběný ve firmě SIEMENS Elektromotory s.r.o. – závod Mohelnice. Zmiňovanými operacemi jsou paktování satorového svazku a drážkové izolování. V podstatě se jednalo o změnu materiálového toku výroby za účelem zefektivnění výrobního toku, tedy ke snížení mezioperačních zásob a ke snížení ekonomických nákladů na výrobu.

V úvodu práce je stručně popsán závod v Mohelnici s uvedením jeho historie, základních údajů o elektromotoru a naznačení toku výroby v závodě. V další kapitole jsou popsány některé základní poznatky z teorie organizace a řízení. Poté již následuje postup stávající výroby satorového svazku s popisem a rozmístěním jednotlivých pracovišť. Po obeznámení se současným tokem výroby jsou naznačeny možné varianty zefektivnění a je vybrána nejvhodnější varianta. Nejvhodnější variantou se jeví spojení pracovišť svazkování a izolování satorových svazků. Tato varianta sebou nese určitou přestavbu pracovišť, a to přemístění pracoviště vkládání drážkové izolace vedle pracoviště svazkování.

Při této přestavbě nebylo nutné dokoupit žádná nová zařízení, jednalo se pouze o přesunutí jednoho pracoviště na druhé. Automatizovaný stroj na svazkování satorových plechů byl dokoupen ještě před začátkem projektu z důvodu zastaralého původního zařízení.

Při předešlém materiálovém toku výroby satorových svazků bylo zapotřebí dvou pracovníků obsluhující pracoviště svazkování a pracoviště izolování. Navíc pracovník obsluhující automatizované výrobní zařízení na výrobu satorových svazků vlastně pouze naplňoval zásobník stroje novými plechy a dále je již po svazkování odebíral a vkládal do palety. Právě díky novému automatizovanému zařízení docházelo k nevyužití pracovní síly na tomto pracovišti, což vedlo k novému toku výroby.

Druhým velkým nedostatkem předešlého toku výroby bylo to, že mezi operacemi svazkování a izolování satorových svazků docházelo k nadbytečným mezioperačním zásobám. Důsledkem toho byly zbytečné skladovací prostory.

Bylo uvažováno, zda se využije takové varianty, že na nově vzniklém pracovišti budou pracovat dva pracovníci, tak jak tomu bylo doposud, nebo zda se zruší jedno pracovní místo a tím pádem by nově vzniklé pracoviště obsluhoval pouze jeden pracovník. Nakonec byla zvolena varianta pouze s jedním pracovníkem, který bude současně provádět operace svazkování a izolování. To vycházelo z již zmíněného důvodu nevyužití pracovní síly na pracovišti svazkování.

Realizace projektu byla otestována na vybrané osově výšce elektromotoru AH100. Po zkušebním provozu byly zjištěny časy potřebné na výrobu jednoho kusu a dále byl také sledován stav materiálových zásob. Při navrženém toku výroby je zřejmé, že došlo ke zrovnoměrnění výroby. Dále došlo k úspoře ve mzdě jednoho pracovníka. Stav materiálových zásob nabral výrazné změny, kde materiálové zásoby se snížily o cca. 85%. Se zbylými 15-ti % se počítalo na případná seřízení strojů či pro možné, nečekané řešení problémů.

Závěrem lze konstatovat, že realizace projektu úspěšně vedla k zefektivnění výrobního procesu.

## 11. Použitá literatura

- [1] Šafářová, D.: *Sto let elektrotechnické výroby a deset let společnosti Siemens Elektromotory s.r.o. v Mohelnici*, Siemens Elektromotory s.r.o., Mohelnice, 2004
- [2] Novák, J. a kolektiv: *Organizace a řízení – učební text* [online]. Ostrava: VŠB – TUO, 2007. [cit. 6. května 2010]. Dostupný z www:  
<<http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>>
- [3] Hálek, V.: *Krizový management. Aplikace při řízení podniku* [online]. Hradec Králové: Gaudeamus, 2006. [cit. 6. května 2010]. Dostupný z www:  
<[http://halek.info/dokumenty/km\\_p5\\_03.pdf](http://halek.info/dokumenty/km_p5_03.pdf)>
- [4] *Technologický předpis pro výrobu statorových svazků*, Siemens Elektromotory s.r.o., Mohelnice, 2006
- [5] *Technologický předpis pro vkládání drážkové izolace*, Siemens Elektromotory s.r.o., Mohelnice, 1999
- [6] Wikipedie [online]. [cit. 6. května 2010]. Dostupný z www:  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Asynchronn%C3%AD\\_motor](http://cs.wikipedia.org/wiki/Asynchronn%C3%AD_motor)>
- [7] Materiály firmy Siemens Elektromotory s.r.o., Mohelnice, „K-disk“.